



TITLE:

# 建築床の鋼製化への提案と遮音性と剛性・耐力の確保( Abstract\_要旨 )

AUTHOR(S):

中安, 誠明

---

CITATION:

中安, 誠明. 建築床の鋼製化への提案と遮音性と剛性・耐力の確保. 京都大学, 2016, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2016-09-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19989>

RIGHT:

京都大学	博士（工学）	氏名	中安 誠明
論文題目	建築床の鋼製化への提案と遮音性と剛性・耐力の確保		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>鋼構造建物の柱、梁、屋根、壁などにおいては、各種の鋼製部材が開発されてきているが、主要構造要素の一つである床には、依然として現場生産やプレキャストの鉄筋コンクリート（RC）が使われている。RC 床は、遮音性、構造的性、耐火性等の性能を容易に満足できるという長所を有しているが、RC を使うことにより、比強度が大きく現場工期が短縮できるという鋼構造の長所が、十分に発揮されていない弱点もある。本論文は、鋼構造の長所を一層促進する構法をめざし、床の鋼製化という新たな提案に基づいて、それに付随する遮音性、構造的性、耐火性の問題解決に取り組むもので、全 7 章から構成されている。</p> <p>第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的、関連する既往の研究、および論文全体の構成を記述している。</p> <p>第 2 章では、床の鋼製化において問題となる遮音性について、仕上げ材による対策が困難な重量床衝撃音に注目し、次章以降での鋼製床の評価に先立って、実大の重量床衝撃音結果の再現を可能とする模型実験技術の構築に取り組んでいる。既往の文献を参考に選定した模型実験の衝撃源について、実大実験で用いる標準重量衝撃源（タイヤ）と比較して、模型衝撃源は実大衝撃源よりも 80Hz 程度以上の周波数で衝撃力が大きくなることを明らかにしている。また、RC 床を対象に、1/4 縮小模型残響室での床衝撃音を実大実験のそれと比較して、衝撃源の衝撃力特性の差異が床衝撃音の計測結果に影響を及ぼす傾向を確認している。これらを踏まえ、衝撃力特性の差異に基づいて模型実験の音圧を補正することを提案し、従来手法では困難であった周波数範囲も含めて、実大実験に匹敵する評価が可能なことを明らかにしている。</p> <p>第 3 章では、第 2 章で述べた 1/4 縮小模型実験を活用して、模型鋼製床の重量床衝撃音遮断性の評価に取り組んでいる。平板と波板からなる鋼製床は、面外曲げ剛性に異方性を有する板として評価できることや、弱軸方向の曲げ剛性の向上により重量床衝撃音の遮断性が改善されることを確認している。これに対し、芯材を波板とする鋼製床としては、芯材のフランジ幅を小さくすることで床の弱軸方向の曲げ剛性を向上できることを示したうえで、フランジ幅の小さい波板などを芯材に用いることが有効であることを明らかにしている。また、鋼製床では、一般的な RC 床とは異なり、63Hz 帯域ではなく 500Hz 帯域が、その遮音性能を決定する周波数となりうることを確認している。この傾向は下面材の局所的な振動の影響によるものであることを突き止めたうえで、構成部材の板厚などを調整して、遮音性に影響のない周波数範囲に当該振動を調整することが効果的であることも示している。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	中安 誠明
<p>第 4 章では、実大実験による鋼製床等の重量床衝撃音遮断性の評価に取り組んでいる。実大鋼製床の遮音性として、通常の事務所ビル相当の性能を確保できること、模型実験で見られた下面材の局所的な振動は実大鋼製床においても見られることを確認したうえで、重量が <math>100\text{kg/m}^2</math> 程度の床では、JIS 等級曲線による評価において、500Hz 帯域では L-60 程度となるのに対し、通常 RC 床で性能の決定周波数となる 63Hz 帯域では L-55 程度となり、先の帯域より性能が高くなることを明らかにしている。また、鋼製床が有する遮音性の特徴である曲げ剛性の異方性の影響について、実大のスチールハウス工法床を対象にした調査を実施している。曲げ剛性と遮音性の相関に関する一連の検討結果から、鋼製床の場合と同様に、弱軸方向の曲げ剛性を高めることによる遮音性の向上効果を明らかにしている。</p> <p>第 5 章では、所定の遮音性を確保できる鋼製床の実用化をめざして、その構造性能に関わる課題である面内剛性について検討している。既往の文献を参考に、剛床仮定の実現という視点から、床面の剛性に必要な性能を試算している。また床部分がせん断を負担し、梁部分が曲げを負担するという想定の下、床のせん断変形、載荷方向と直交する梁の材軸方向変形、床と梁のねじ接合部の変形、および床継手部の変形の 4 つの変形要素を考慮した乾式組立鋼製床の面内剛性評価式を提案し、床面剛性の確保には、特に床と梁のねじ接合部の変形抑制が重要となることを明らかにしている。また、1/2 模型実験を行って、前記評価式の妥当性を確認している。</p> <p>第 6 章では、前章と同様に、所定の遮音性を確保できる鋼製床の実用化に関して、鋼製床の耐火性について検討している。仕上げ材が有する遮熱性を積極的に活用する方法として、天井のメンブレン被覆効果に注目した性能確保を提案している。実大試験体を用いて、天井により一定の遮熱性が確保されることを確認するとともに、天井懐深さが小さい場合、天井材の一部に照明器具が設置される場合、床平面寸法が大きい場合には、床上下面材温度は相対的に高くなり、耐火性能が低下する傾向を明らかにしている。これらを踏まえ、鋼製床の下面から 1,000mm の位置に天井材を設置することで、加熱開始 2 時間後でも、床下面材温度を約 <math>400^{\circ}\text{C}</math>、床上面材温度を約 <math>200^{\circ}\text{C}</math> に止めることが可能であり、2 時間耐火性能を確保できることを示している。</p> <p>第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果を要約している。</p>			

**(論文審査の結果の要旨)**

鋼構造建物の柱、梁、屋根、壁などにおいては、各種の鋼製部材が開発されているが、主要構造要素の一つである床には、依然として現場生産やプレキャストの鉄筋コンクリート（RC）が使われている。RC床は、遮音性、構造的性、耐火性等の性能を容易に満足できるという長所を有しているが、RCを使うことにより、比強度が大きく現場工期が短縮できるという鋼構造の長所が、十分に発揮されていない弱点もある。鋼構造の長所を一層促進する構法をめざし、床の鋼製化という斬新な提案に基づいて、それに付随する遮音性、構造的性、耐火性の問題解決に取り組んだ本研究は、次の点で際立っている。

(1) 従来の RC 床と比較して重量が半減しさらに現場工期短縮を可能にする床として、厚さ 3.2mm の平板と波板からなるサンドイッチパネル状の乾式組立鋼製床を提案した。また床の鋼製化による顕著な効果として、軽量化による地震荷重の低減に注目し、柱や梁からなる主要構造部材の重量を 10 数%低減できることを明らかにした。

(2) 鋼製床に付随する遮音性の問題解決をめざし、仕上げ材による対策が困難な重量床衝撃音について、その性能を簡便に評価可能な 1/4 縮小模型実験手法を構築した。衝撃力特性の実大実験との差異に基づいて模型実験の音圧を補正すれば、従来は困難であった周波数範囲も含め、実大実験に匹敵する評価が可能なことを明らかにした。

(3) (2)で構築した手法を用いて、鋼製床の遮音性は、面外曲げ剛性の異方性と、離散的に支持される下面鋼板の局所振動の影響を受けることを確認した。またこれらの影響については、芯材に用いる波板の形状と下面材の支持ピッチを工夫することにより、適切な対策が可能であることを示した。

(4) (3)で確認した、鋼製床における面外曲げ剛性異方性の遮音性能への影響について、曲げ剛性に異方性を有する別構法の床を対象とした一連の検討結果から、鋼製床の場合と同様に、弱軸方向の面外曲げ剛性を高めることで遮音性が顕著に改善することを明らかにした。

(5) 本研究で提案した鋼製床の構造的性と耐火性能を検討し、構造的性については地震時の面内せん断挙動に着目し、提案仕様により目標性能を概ね満足できること、耐火性については、その性能確保の手段として天井材の耐火性能を評価する方法を考案しその妥当性を実験によって確認した。

以上、鋼構造建物の長所をさらに促進する手立てとして、床の鋼製化を提案するとともに、課題となる遮音性、構造的性、耐火性を確保するための手法とその有効性を示した本論文は、今後の建築構造の発展に大いに寄与する内容である。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 28 年 7 月 25 日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。